

**DETACHABLE RADIANT HEAT SHIELDING REFRIGERATING APPARATUS FOR SUPERCONDUCTIVE MAGNET**

Patent Number: JP63263707  
Publication date: 1988-10-31  
Inventor(s): ONO HARUO  
Applicant(s): FUJI ELECTRIC CO LTD  
Requested Patent: JP63263707  
Application Number: JP19870099075 19870422  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01F7/22; F25B9/00; H01L39/04  
EC Classification:  
Equivalents: JP1816689C, JP5025366B

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:** To reduce the tensile load applied to the cylinder of a refrigerator and to contrive simplification of the assembling and disassembling operations of the title refrigerating device by a method wherein the functions of an intermediate flange and a heat conducting plate are combinedly performed, and the arrangement of the coupling bolts with which a cooling head is coupled to both of them, and the inserting part of a mounting and dismounting tool of the coupling bolts are matched.

**CONSTITUTION:** The function of the heat-conducting plate on the medium temperature part is added to an intermediate flange 45, the function of the heat-conducting plate is added to a bottom plate 47, a medium-temperature cooling head 55 is bolted to the intermediate flange 45 at the position approximate to a cylinder, and a low-temperature cooling head 54 is bolted to the bottom plate 47 at the position approximate to the cylinder. Also, a coupling bolt and the inserting hole is match by providing the inserting holes 62 and 65 of the mounting and dismounting tool on the cover plate 42 and the intermediate flange 45 on the extended line of the axis of the coupling bolt, whereby the mounting and dismounting of the coupling bolts both on the medium-temperature side and the low-temperature side are made possible. As a result, the inside measurements of the expansion tube 46 between the bottom plate 47 and the intermediate flange 45 can be reduced, the load applied to the cylinder of a refrigerator when a housing container is brought into the state of high air pressure with a vacuum vessel 2 in a vacuum state, the structure of the device is simplified, and the assembling and disassembling works can also be simplified.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-263707

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>H 01 F 7/22  
F 25 B 9/00  
H 01 L 39/04

識別記号

Z A A  
Z A A  
Z A A

庁内整理番号

G-6447-5E  
7536-3L  
8728-5F

⑬ 公開 昭和63年(1988)10月31日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 超電導磁石の着脱式輻射熱シールド冷凍機装置

⑮ 特 願 昭62-99075

⑯ 出 願 昭62(1987)4月22日

⑰ 発 明 者 小 野 春 雄 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

⑱ 出 願 人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

⑲ 代 理 人 弁理士 山 口 巖

## 明 細 書

1. 発明の名称 超電導磁石の着脱式輻射熱シールド  
冷凍機装置

## 2. 特許請求の範囲

1) クライオスタットの真空容器内を区画する収納容器と、この収納容器に着脱可能に支持され段付シリンダの中間部に中温冷却ヘッド、先端部に低温冷却ヘッドを有する2段式ヘリウム冷凍機とを備え、超電導コイルを収納したヘリウム容器を2重に包囲するよう前記真空容器に包囲された中温輻射熱シールドおよび低温輻射熱シールドをそれぞれ所定温度に冷却するものにおいて、前記真空容器に気密に連結された蓋板、この蓋板に伸縮管を介して気密に結合され前記中温輻射熱シールドに導熱結合されるとともにその中央部に前記低温冷却ヘッドが通過しうる孔を有する中温導熱板を兼ねた中間フランジ、およびこの中間フランジに前記伸縮管より小さい内径の伸縮管を介して気密に結合され前記低温輻射熱シールドに導熱結合された低温導熱板を兼ねた底板からなる収納容器

と、前記蓋板の中央部に気密に連結支持されて前記収納容器に挿入され中温冷却ヘッドが前記中間フランジに、低温冷却ヘッドが前記底板に前記段付シリンダの軸線に向かって所定の角度を保持し周方向の同じ角度領域に互いに同数個配された結合ボルトによってそれぞれ結合された前記2段式ヘリウム冷凍機と、前記蓋板および中間フランジそれぞれに前記結合ボルトの配設角度領域の前記結合ボルトの軸線の延長方向に形成された前記結合ボルトの着脱工具の挿入孔とを備えたことを特徴とする超電導磁石の着脱式輻射熱シールド冷凍機装置。

2) 特許請求の範囲第1項記載のものにおいて、2段式ヘリウム冷凍機の低温冷却ヘッドの到達温度がほぼ20 K、中温冷却ヘッドの到達温度が50 Kないし80 Kであることを特徴とする超電導磁石の着脱式輻射熱シールド冷凍機装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、クライオスタットの真空を破ること

となく着脱が可能な超電導磁石の着脱式輻射熱シールド冷凍機装置に関する。

(従来の技術)

第6図は従来の超電導磁石の一例を示す部分断面図であり、軸線Z-Zを包囲する環状に形成された磁石の一方の断面構造を示したものである。図において、1はクライオスタットであり、液体ヘリウム6に浸漬された超電導コイル7を収納したヘリウム容器3とこれを包囲する真空槽2の間には液体窒素容器5Nにより絶対温度約77Kに冷却される中温輻射熱シールド5と、その内側に配された低温輻射熱シールド4とを備え、低温輻射熱シールド4は例えばヘリウム容器3に連通するポート5Pに導熱結合されて約20K程度に保持されており、真空容器2側からの輻射熱を中温および低温輻射熱シールド4および5で吸収してヘリウム容器3の包蔵液体ヘリウム6の消費を低減するよう構成される。このような従来の超電導磁石においては、クライオスタット1が液体窒素容器5Nを包蔵するためにその外径寸法が大き

とよぶ)の先端に低温冷却ヘッド14を、中間の段差部に中温冷却ヘッド15を備え、冷凍機に内蔵された複数の熱交換器からなる循環系と図示しない圧縮器との間を循環するヘリウム冷媒により低温冷却ヘッド14の到達温度はほぼ絶対温度20Kに、中温冷却ヘッド15の到達温度は50Kないし80Kの範囲の所定温度に冷却される。

中温冷却ヘッド15は第10図に示す中央部にシリンダ13の挿通孔32Aを有する十字状の導熱板32に4個の孔32Bを用いて連結され、導熱板32が第9図にその詳細を示す中間フランジ25にそれぞれ4個の孔32Cおよび25Cを貫通するボルト34により連結され、中間フランジの伸縮管の外側の突出部に形成された端子孔25Dと中温輻射熱シールド5とを結ぶ可撓性を有する熱良導体からなる導熱リード17が取付けられることにより、中温冷却ヘッド15と中温輻射熱シールド5との間に導熱路が形成される。一方低温冷却ヘッド14は第11図に示すように十字状に形成された導熱板36の4個のねじ孔36Eに

くなり、かつ液体ヘリウムおよび液体窒素の補給を要するために保守作業の煩雑化や補給装置の複雑化を招く欠点があった。

第7図は改良された従来装置の要部の側断面図であり、中温および低温輻射熱シールド5および4を冷却する専用の2段式ヘリウム冷凍機11をクライオスタット1の真空槽2を区画する収納容器21内に着脱可能に設けたものである。すなわち、収納容器21は、真空容器2に気密に連結された上部フランジ23、上部フランジ23および2段式ヘリウム冷凍機11(以下単に冷凍機と略称する)に気密に連結されて冷凍機を支持する蓋板22、上部フランジ23に伸縮管24を介して気密に連結された中間フランジ25、中間フランジ25に伸縮管26を介して気密に連結された底板27からなり、真空槽2内に独立した区画室を形成し、排気管39を介しての収納容器21内の排気が可能である。

蓋板22に気密に連結支持された冷凍機11はシリンダ12、13の直列体(以下段付シリンダ

ボルト結合されるが、その際十字の方向が中温側の導熱板32の十字の方向と45°異なる方向に取付けられ、導熱板36は4個の孔36Fを貫通するボルト38により底板27に固定され、底板38が導熱リード18により低温輻射熱シールド4に連結されることにより低温側の導熱路が形成される。

また、真空槽2にあらかじめ装着された収納容器21への2段式ヘリウム冷凍機11の着脱を可能にするために、8等配された結合ボルト34および38の着脱工具33の挿入口35が第8図に蓋板22の平面図を示すように同一円周上に8個設けられるとともに、中間フランジ25には第9図に示すように十字状の低温側の導熱板36が通過しうる切欠部25Fが形成される。したがって、冷凍機を取外そうとする場合、4個の孔25Cに対応する挿入口35から着脱工具33を垂直に挿入すれば中温側の結合ボルト34を取外せ、切欠部25Fに対応する挿入口を通してその下方に位置する低温側の結合ボルト38を取外せる。そこ

で、蓋板22と支持フランジ23との結合ボルト37を取外すことにより、冷凍機11に蓋板22、導熱板32および36が結合された状態で収納容器21から引き抜くことができる。

上述の改良された従来装置においては、冷凍機により中温、低温2層の輻射熱シールド5および4が所定温度例えば80Kおよび20Kに冷却されるので、クライオスタット1に液体窒素容器5Nを設ける必要がなく、クライオスタットの外径寸法が縮小され、かつ保守が容易になる利点がある。冷凍機が収納容器21に収納されて真空槽2内の高真空部と区画されるので、冷凍機の故障などに限して真空槽2を真空にしたまま冷凍機の着脱が可能となり、真空槽内に一旦湿気を含んだ空気が侵入して真空槽内の図示しない断熱材等が吸湿してしまうと、この湿気を排除して再び高真空を回復する作業に非常に長時間を要するという問題点を回避できる。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上述の改良された着脱式輻射熱シールドの冷凍

複雑化する欠点があった。

この発明は、装置の構造を合理化することにより、冷凍機に加わる荷重を低減し、組立、分解作業を容易化することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上述の問題点を解決するために、この発明によれば、クライオスタットの真空容器内を区画する収納容器と、この収納容器に着脱可能に支持され段付シリンダの中間部に中温冷却ヘッド、先端部に低温冷却ヘッドを有する2段式ヘリウム冷凍機とを備え、超電導コイルを収納したヘリウム容器を2重に包囲するよう前記真空容器に包蔵された中温輻射熱シールドおよび低温輻射熱シールドをそれぞれ所定温度に冷却するものにおいて、前記真空容器に気密に連結された蓋板、この蓋板に伸縮管を介して気密に結合され前記中温輻射熱シールドに導熱結合されるとともにその中央部に前記低温冷却ヘッドが通過しうる孔を有する中温導熱板を兼ねた中間フランジ、およびこの中間フランジに前記伸縮管より小さい内径の伸縮管を介して

機装置において、真空槽2内の高真空を保持した状態で、収納容器21を大気圧に戻して冷凍機11を取外す作業を行う場合、収納容器21には大気圧側から1kgf/cm<sup>2</sup>の外圧が加わり、底板27は $P = \pi D^2 / 4 \text{ kgf}$  (Dは伸縮管の内径, cm)なる強大な荷重で伸縮管を引伸ばす方向に引張られる。伸縮管24, 26には余分な伸びを抑さえる連結ボルトが付属しており伸縮管が破損することはないが、上記荷重の大部分は冷凍機11のシリンダ13および12に加わり、径の細い低温側のシリンダ13が破損する事態を招くことがあった。ことに、結合ボルトの着脱工具を垂直に挿入して冷凍機の着脱作業を容易化することに構成の主眼がおかれているために伸縮管の内径寸法が大きくなり、内径寸法の2乗に比例して増加する荷重Pが著しく大きくなる欠点があった。また、中温側、低温側すべての結合ボルトに対応する数の工具の挿入口を必要とし、かつ中温側、低温側それぞれに導熱板を必要とするなど構造が複雑化し、それに伴って装置の組立作業や冷凍機の分解作業が

気密に結合され前記低温輻射熱シールドに導熱結合された低温導熱板を兼ねた底板からなる収納容器と、前記蓋板の中央部に気密に連結支持されて前記収納容器に挿入され中温冷却ヘッドが前記中間フランジに、低温冷却ヘッドが前記底板に前記段付シリンダの軸線に向かって所定の角度を保持し周方向の同じ角度領域に互いに同数個配された結合ボルトによってそれぞれ結合された前記2段式ヘリウム冷凍機と、前記蓋板および中間フランジそれぞれに前記結合ボルトの配設角度領域の前記結合ボルトの軸線の延長方向に形成された前記結合ボルトの着脱工具の挿入孔とを備えるものとする。

〔作用〕

この発明の構成において、中間フランジに中温側の導熱板の機能を、底板に低温側の導熱板の機能を兼ねさせ、中温冷却ヘッドをシリンダに近接した位置で中間フランジにボルト結合し、低温冷却ヘッドをシリンダに近接した位置で底板にボルト結合したので、底板の必要面積の縮小、いいか

えれば底板—中間フランジ間の伸縮管の内径寸法の縮小が可能になり、真空槽を真空にしたまま収納容器を大気圧にしたとき冷凍機のシリンダに加わる荷重が低減される。また、中温側および低温側の結合ボルト数および周方向位置を互いに等しく、かつシリンダの軸線に向かって傾斜して設け、この結合ボルトの軸線の延長線上の蓋板および中間フランジに着脱工具の挿入孔を設けるよう結合ボルトおよび挿入孔の整合を図ったので、着脱工具を挿入口から斜めに挿入することによって同一角度領域に配された中温側、低温側両方の結合ボルトの着脱が可能となり、挿入孔の数の削減や導熱板の排除により構造の簡素化および組立分解作業の容易化が可能になる。

#### 〔実施例〕

以下この発明を実施例に基づいて説明する。

第1図はこの発明の実施例装置を示す側断面図であり、従来技術と同じ部分には同一参照符号を付すことにより詳細な説明を省略する。図において、収納容器41は、真空槽2に気密に連結され

第5図に示すように十字状に形成され、中温冷却ヘッド55は第3図に示すように円形に形成され、それぞれ4個の結合ボルト挿入孔55Aおよび54Aの周方向の配設角度領域が互いにほぼ一致するよう冷凍機11の段付シリンダに結合される。また、中間フランジ45には低温冷却ヘッド54が通過し得る十字状の孔45Bが低温冷却ヘッド54とは45°異なる向きに形成される。したがって、冷凍機11を周方向に45°回転させた状態で収納容器41に挿入し、低温冷却ヘッド54が中間フランジの孔45Bを通過した後冷凍機11を45°逆方向に回転させれば、冷凍機が収納容器の正常位置にセットされる。

また、それぞれ4個の結合ボルト57および58はその結合状態においてその軸線の延長方向が第2図に示す蓋板42に形成された着脱工具33の挿入孔62の中心Pに一致するよう段付シリンダの軸線に向かって斜めに取付けられており、その傾斜角は冷却ヘッド上面の傾斜角およびボルト穴55A, 45A, 54A等の傾斜角により保持

た蓋板42と、伸縮管44を介して気密に連結された中温導熱板を兼ねた中間フランジ45と、伸縮管44より小さな内径の伸縮管46を介して気密に結合された低温導熱板を兼ねた底板47とからなり、中間フランジ45および底板47は可とう性を有する導熱リード17, 18を介して中温輻射熱シールド5および低温輻射熱シールド4にそれぞれ導熱結合されている。冷凍機11は蓋板42の中央に気密にボルト結合されて段付シリンダ12, 13が収納容器41内に挿入され、中温冷却ヘッド55は結合ボルト57によって中間フランジに導熱結合され、低温冷却ヘッド54は結合ボルト58によって底板54に導熱結合されることにより、中温側および低温側の導熱路が形成される。

第2図は実施例装置における蓋板の平面図、第3図は中温冷却ヘッドの平面図、第4図は中間フランジの平面図、第5図は低温冷却ヘッドの平面図であり、いずれも周方向の位置関係が互いに対応するよう図示してある。低温冷却ヘッド54は

される。また低温冷却ヘッド側の結合ボルト58とP点とを結ぶ線上の中間フランジ45には着脱工具の挿入孔65が第4図に示すように結合ボルト57の結合ねじ孔45Aと同じ角度方向に形成される。したがって、収納容器41の定位置にセットされた冷凍機11のそれぞれ4個の結合ボルト57および58の着脱作業は、ボルトを保持した着脱工具33を4個の挿入孔62から二つの軸線に沿って挿入することにより容易に行える。

このように構成された実施例装置においては、中間フランジ—底板間の伸縮管46の内径寸法を従来装置のその約60%に縮小できる。これは、従来装置においてシリンダ13に加わる引張荷重1000kgfを360kgfに低減できることを意味しており、これにより冷凍機の破損が回避される。また、着脱工具の挿入孔の数が従来装置のその半分に低減されるとともに、中間フランジおよび底板が従来装置における導熱板の機能を兼ねることによって部品数が低減され、これにより装置の構造が簡素化され、組立、分解作業が容易化

される。

#### 〔発明の効果〕

この発明は前述のように、真空槽内を気密に区画する収納容器の中間フランジおよび底板に従来装置における導熱板の機能を兼ねさせるとともに、中間フランジおよび底板に冷凍機の冷却ヘッドを結合する結合ボルトの装着構造配置と結合ボルトの着脱工具の挿入部との相対的な整合を行うことにより構造を合理化するよう構成した。その結果底板側の伸縮管の内径が従来装置のその60%に低減され、収納容器を大気圧にした際冷凍機のシリンダに加わる引張荷重が従来装置の約1/2に低減されるので、真空槽の高真空状態を保持したまま冷凍機を取外す作業を冷凍機に損傷を与えることなく実施できる超電導磁石の着脱式輻射熱シールド冷凍機装置を提供できる。また、構造が簡素化されて装置の組立分解作業が容易化されるとともに、経済性を高める利点が得られる。

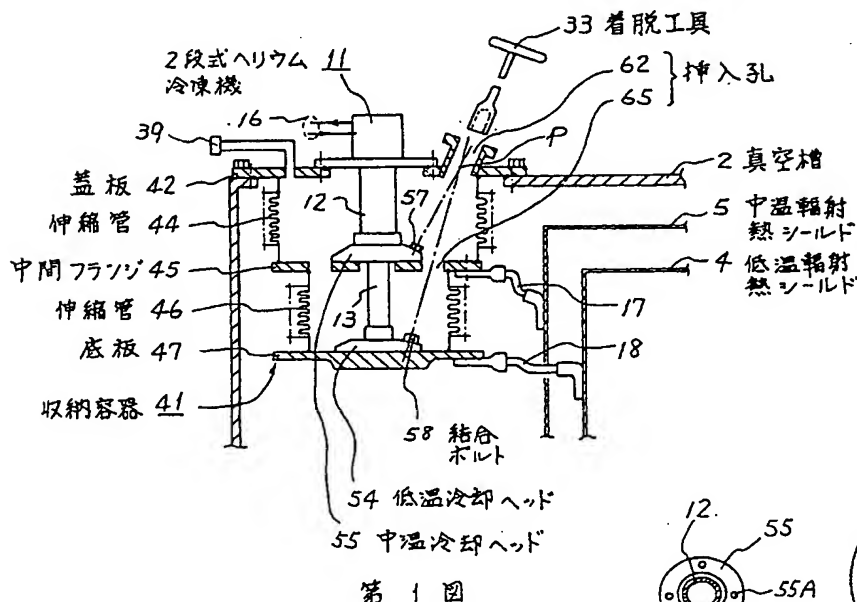
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の実施例装置を示す側断面図、

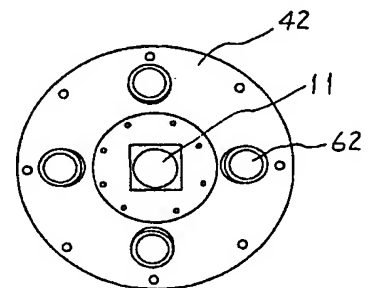
第2図、第3図、第4図、および第5図は実施例装置のそれぞれ異なる要部を示す平面図、第6図は従来の超電導マグネットを示す要部の側断面図、第7図は改良された従来装置を示す側断面図、第8図、第9図、第10図、および第11図は改良された従来装置のそれぞれ異なる要部を示す平面図である。

1…クライオスタット、2…真空槽、3…ヘリウム容器、4…低温輻射熱シールド、5…中温輻射熱シールド、6…液体ヘリウム、7…超電導コイル、11…2段式ヘリウム冷凍機、12、13…段付シリンダ、14、54…低温冷却ヘッド、15、55…中温冷却ヘッド、21、41…収納容器、22、42…蓋板、24、44、26…伸縮管、46…伸縮管（縮小）、25、45…中間フランジ、27、47…底板、34、57…結合ボルト（中温側）、38、58…結合ボルト（低温側）、35、62、65…挿入孔。

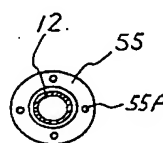
代理人弁理士 山口 雄



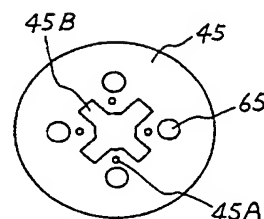
第1図



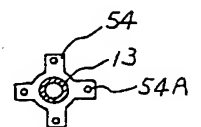
第2図



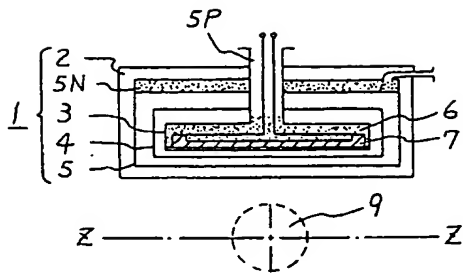
第3図



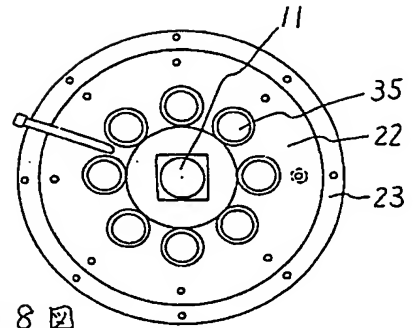
第4図



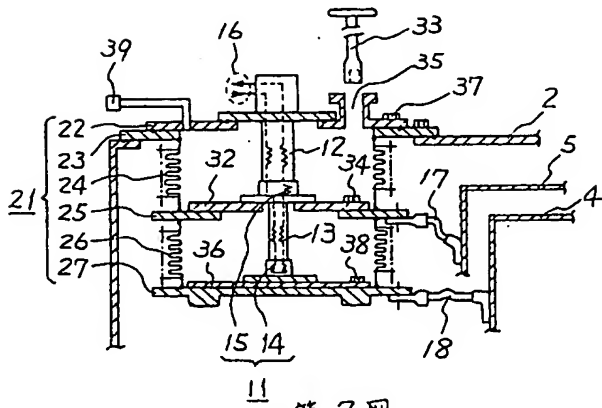
第5図



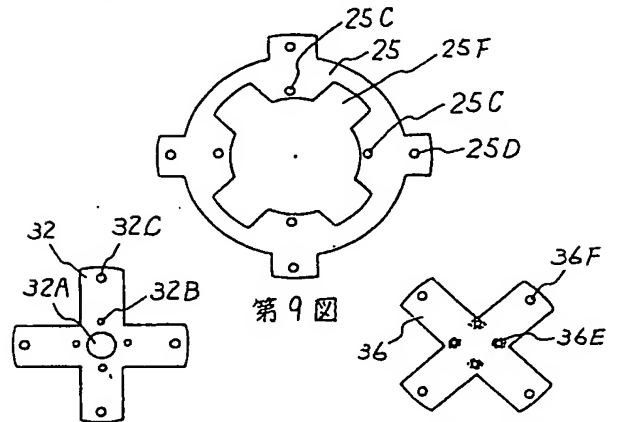
第6図



第8図



第7図



第9図

第10図

第11図